

独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構様
平成29年度 内航船舶技術支援セミナー

電気推進システムの今後の展望

2017年10月19日(東京)、24日(神戸)、25日(今治)、
11月7日(福岡)、8日(広島)

ヤンマー株式会社
エンジン事業本部 特機エンジン統括部
開発部 システム開発部 システム技術グループ



目次

1. はじめに

2. 現状の課題と選択肢の拡大

3. 今後の展望





はじめに



1. はじめに

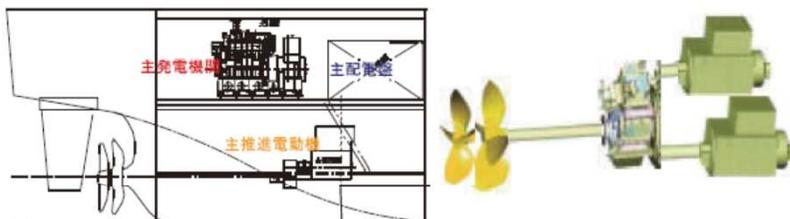
これまで、省エネ・環境負荷低減・船内環境改善・高い安全性
など全てを網羅すべく、
様々な推進方式のSESが建造されている。



1. はじめに

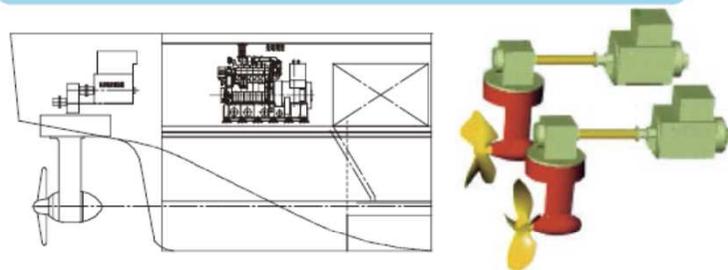
SESの推進方式の例

ラインシャフト CRP 方式



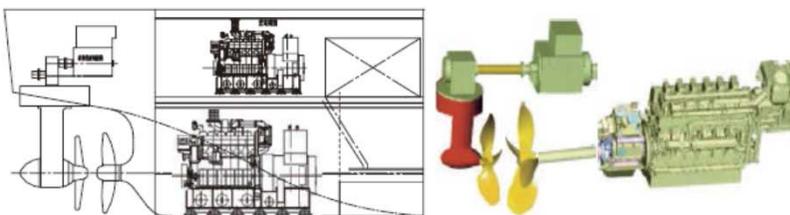
- ・プロペラの二重反転効果により推進効率向上
- ・在来船感覚で操船が可能
- ・最も建造実績が多い
- ・速度はインバータで制御

ポッド方式



- ・全旋回ポッドの採用により操船性能向上
- ・狭い港湾での離着棧性能が向上
- ・ポッドの種類、配置、速度制御に多くのバリエーション

タンデム ハイブリッド方式



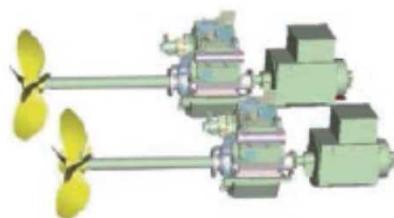
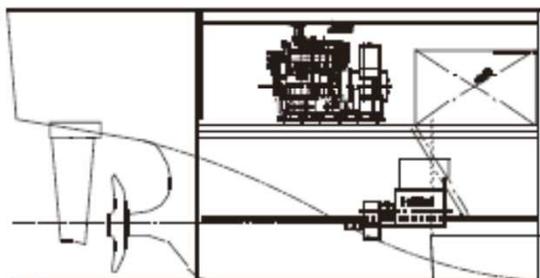
- ・大きな出力が必要な船で採用が多い
- ・二重反転効果により推進効率向上
- ・全旋回ポッドの採用により操船性能が向上
- ・ポッドプロペラはインバータで制御



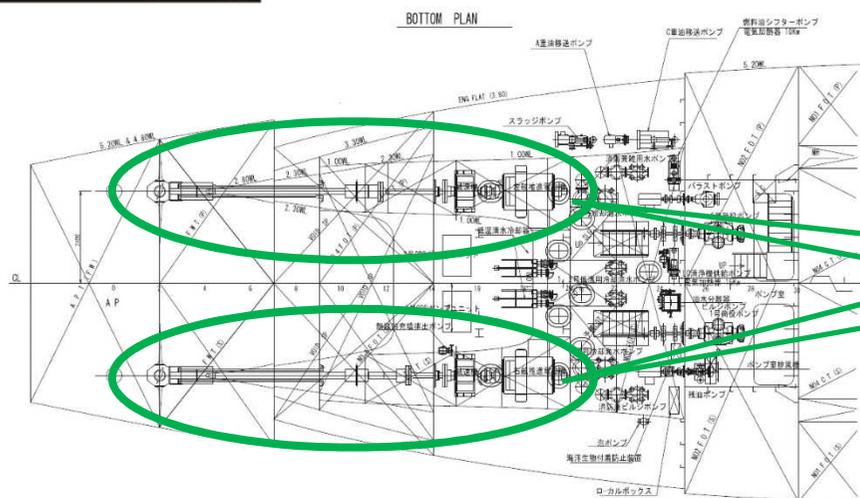
1. はじめに

「従来船との船価差」を低減するため、
汎用機器で構成した方式が、2軸CPP方式。

2軸 CPP 方式



- ・速度はインバータの代わりに可変ピッチプロペラ(CPP)で制御
- ・2軸プロペラの採用により操船性能が向上
- ・従来船との船価差を低減



推進電動機および軸系



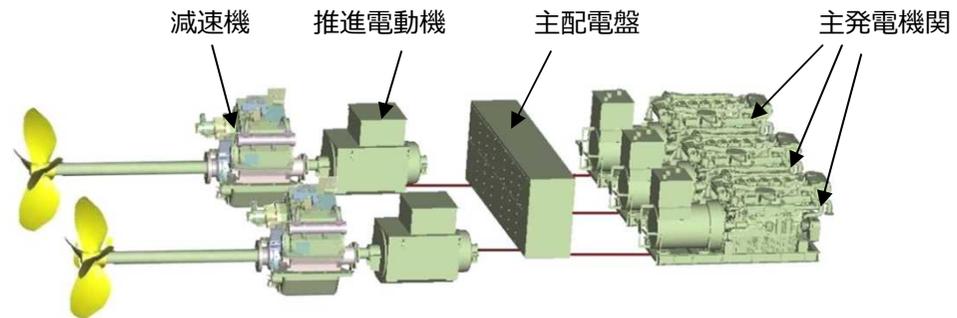


現状の課題と選択肢の拡大

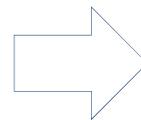


2. 現状の課題と選択肢の拡大

内航船運航の課題として、
幅広い年齢層の船員の継続的な確保が挙げられる中で、
船員の労働負担軽減ともなる電気推進システムは
選択肢の一つであるものの…



SESの課題：建造船価



さらなる建造船価削減を
検討しなければならない



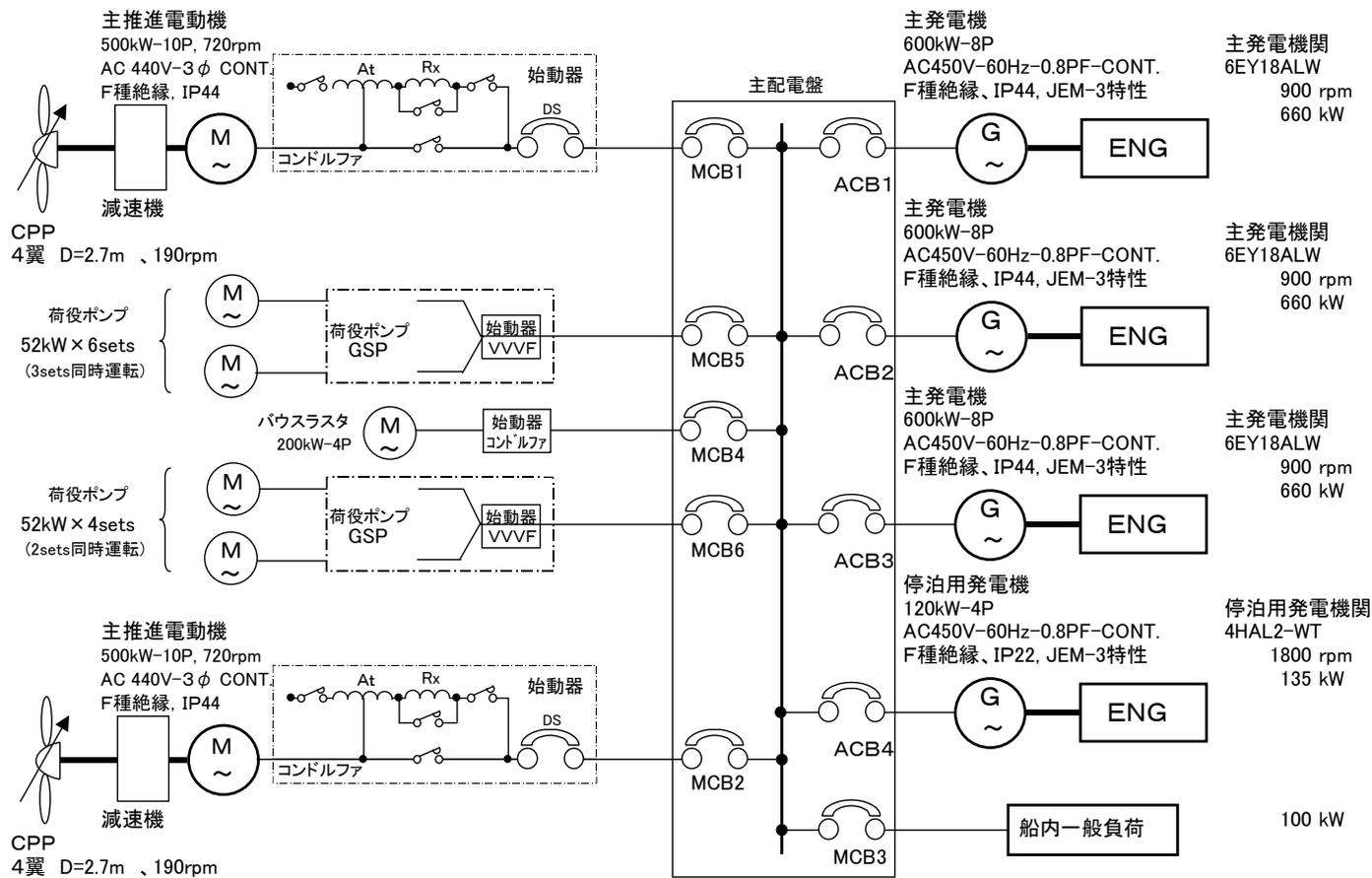
2. 現状の課題と選択肢の拡大(新始動方式)

推進電動機新始動方式

平成24年度

高度船舶技術実用化助成事業

現行方式



主発電機

3台



2. 現状の課題と選択肢の拡大(新始動方式)

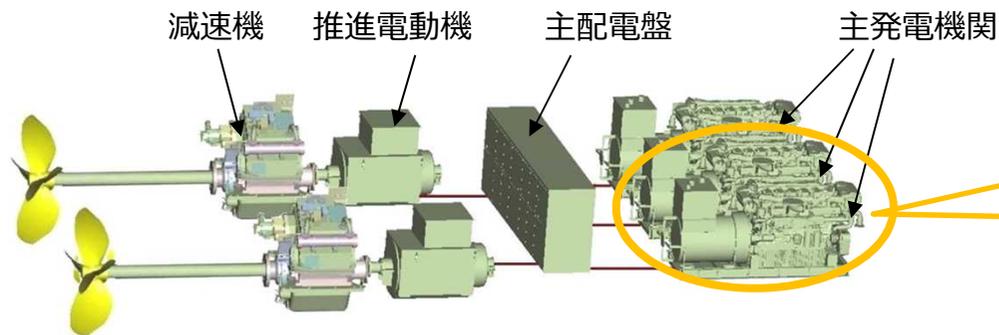
推進電動機新始動方式

平成24年度

高度船舶技術実用化助成事業

現行方式

一定速推進電動機+CPP方式で、
推進電動機を始動する際、減電圧始動方式を採用しても、
相応の大容量発電機でない限り、発電機2台での始動が条件となる。
したがって、発電機1台の故障時を考慮し、冗長性の観点から
発電機3台を基本としている。



発電機2台で
推進電動機を始動



2. 現状の課題と選択肢の拡大(新始動方式)

推進電動機新始動方式

平成24年度

新始動方式

高度船舶技術実用化助成事業

本方式検討の目的は建造船価低減。

推進電動機の始動方式を工夫することにより、
発電機容量の増大を抑制しつつ、
発電機1台にて推進電動機を始動出来るようにした方式。

冗長性を確保しつつ、
発電機台数を3台から2台へ削減することが可能となる。



2. 現状の課題と選択肢の拡大(新始動方式)

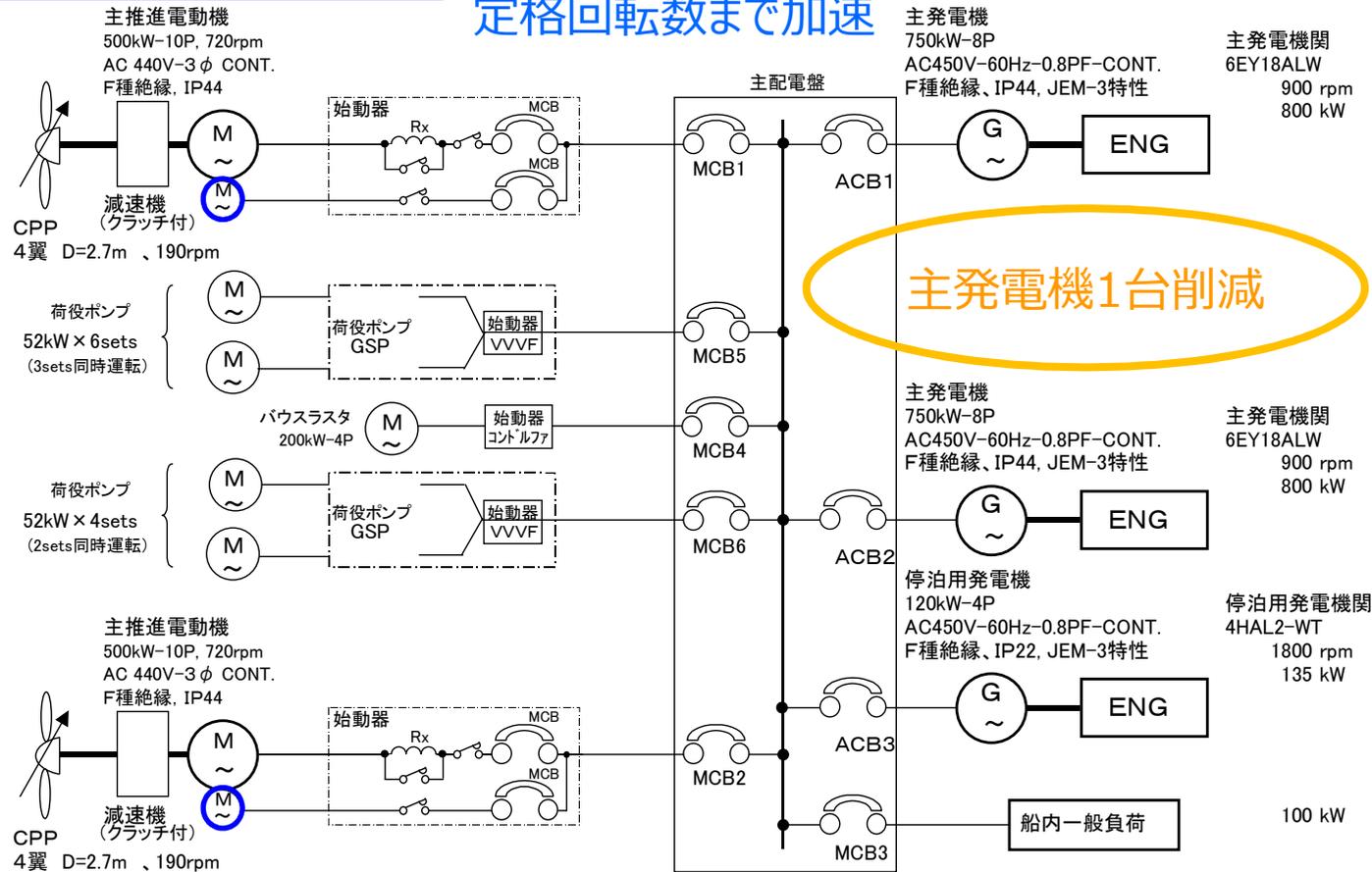
推進電動機新始動方式

平成24年度

高度船舶技術実用化助成事業

新始動方式

小型モータで推進電動機を
定格回転数まで加速



主発電機を
3台から
2台へ
削減する

主発電機1台削減

1. 停泊用発電機と主発電機に切替は無停電切替となる。
2. 減速機はクラッチ内蔵型とする。始動用電動機を始動する為に、クラッチ付は条件となる。



2. 現状の課題と選択肢の拡大(1軸船)

さらなる建造船価低減へ

対象船毎に省エネ検証を行う必要があるが、
省エネ目標率を多少下げても、
「1軸船」という選択肢を検討しなければならないと考えられる。

駆動方式は船種・運航モード(船の使い方)によって選定される。

1. FPP+インバータ駆動可変速電動機
(インバータは荷役装置制御兼用)
2. CPP+一定速電動機
3. CPP+二速電動機



2. 現状の課題と選択肢の拡大(1軸船)

一方で、電気推進船の設備要件として

Class NK 2017 鋼船規則

H編 5章 電気推進船に対する追加規程

にてシステム計画を行っている。

5.3 推進用電気機器の構成及び給電回路

5.3.1 推進用電気機器及び推進補機の構成

- 1. 次に掲げる装置又は機器は、そのうちの1つが故障した場合にも、推進電動機を始動でき、かつ、船舶が航海可能な速力を得ることができるように考慮されたものでなければならない。



2. 現状の課題と選択肢の拡大(1軸船)

- (1)推進用電源装置
- (2)推進用変圧器
- (3)推進用半導体電力変換装置(又は推進用電動機制御装置)
- (4)推進用電動機(冷却装置、潤滑油を含む)
- (5)その他、本会の必要と認める装置又は機器

したがって、

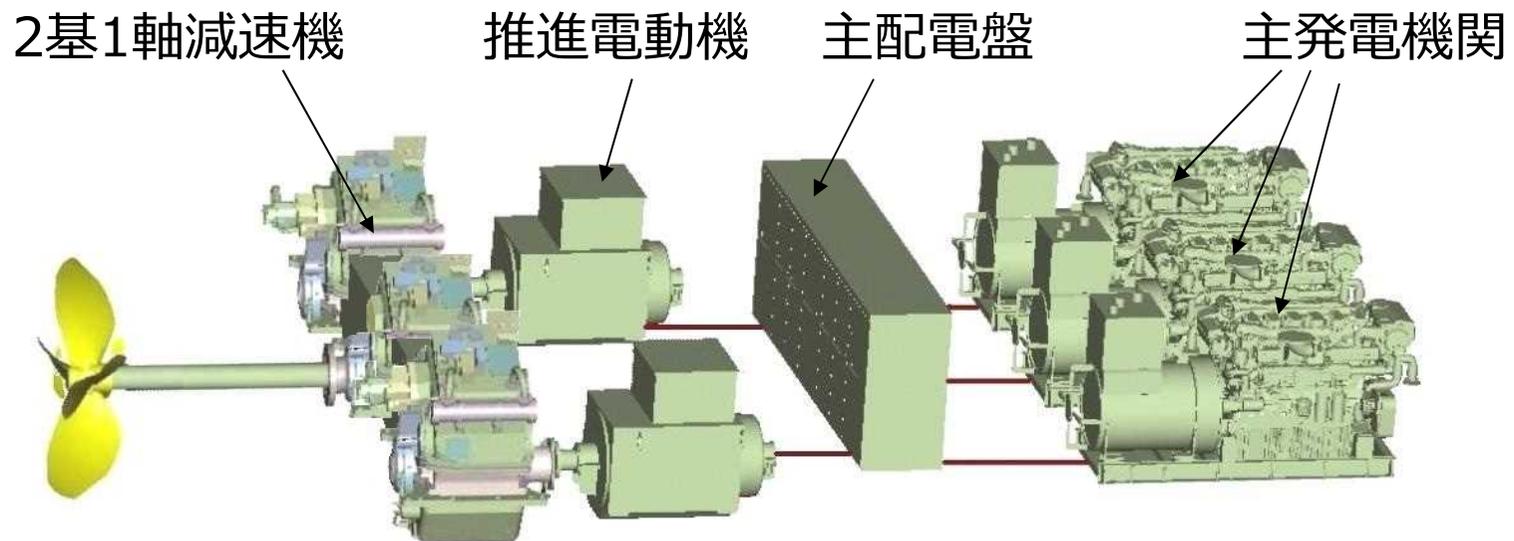
1軸船の場合でも

推進電動機は2台として計画しなければならない。



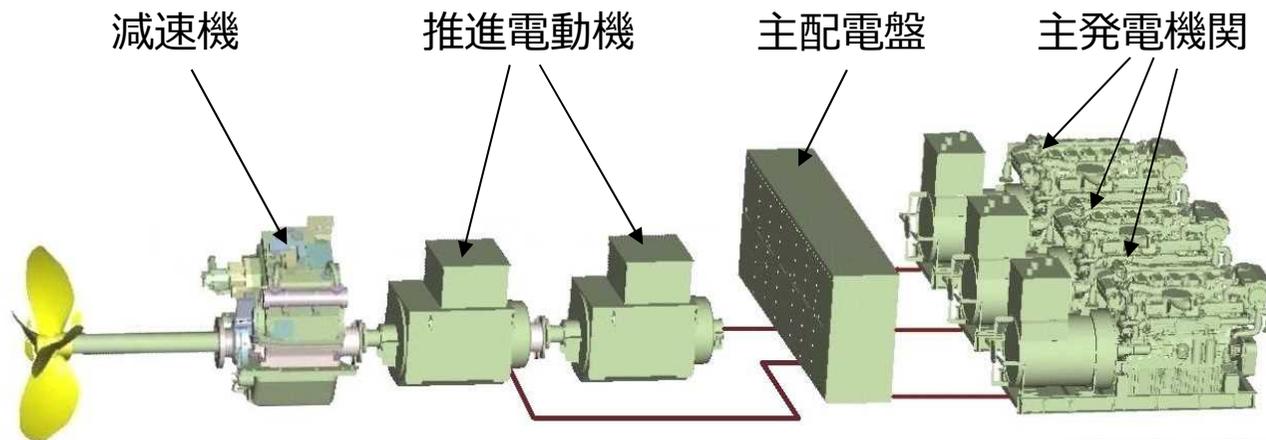
2. 現状の課題と選択肢の拡大(1軸船)

2基1軸推進方式(2基1軸減速機)



2. 現状の課題と選択肢の拡大(1軸船)

2基1軸推進方式(1基1軸減速機)



海外フェリーでの
搭載例



2. 現状の課題と選択肢の拡大(1軸船)

省エネは下記の要素により総合的に検証する。

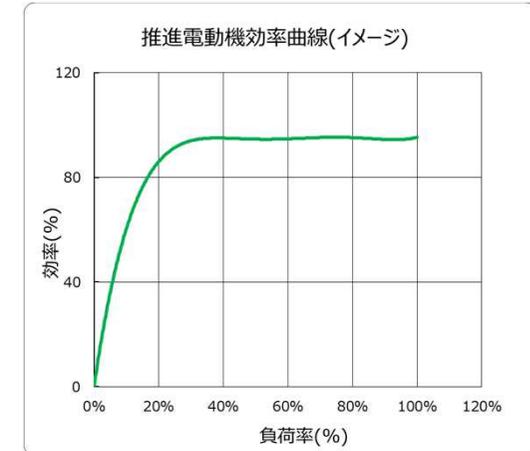
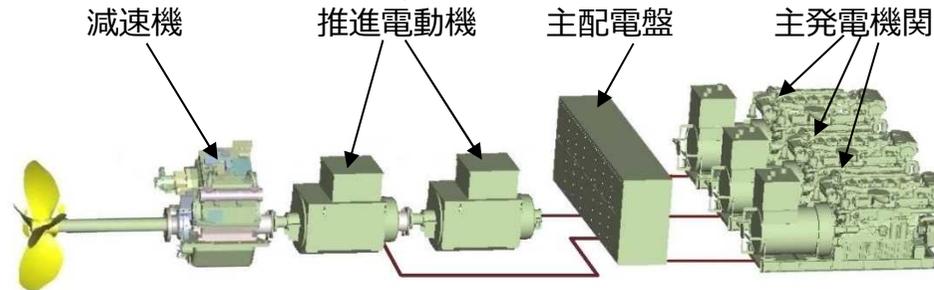
低抵抗船型の採用

IOT活用
最適航路選択

高効率プロペラの採用

推進電動機
運転台数制御

発電機
運転台数制御



騒音・振動低減やメンテナンス省力化も図っているため、労働環境改善のメリットも享受

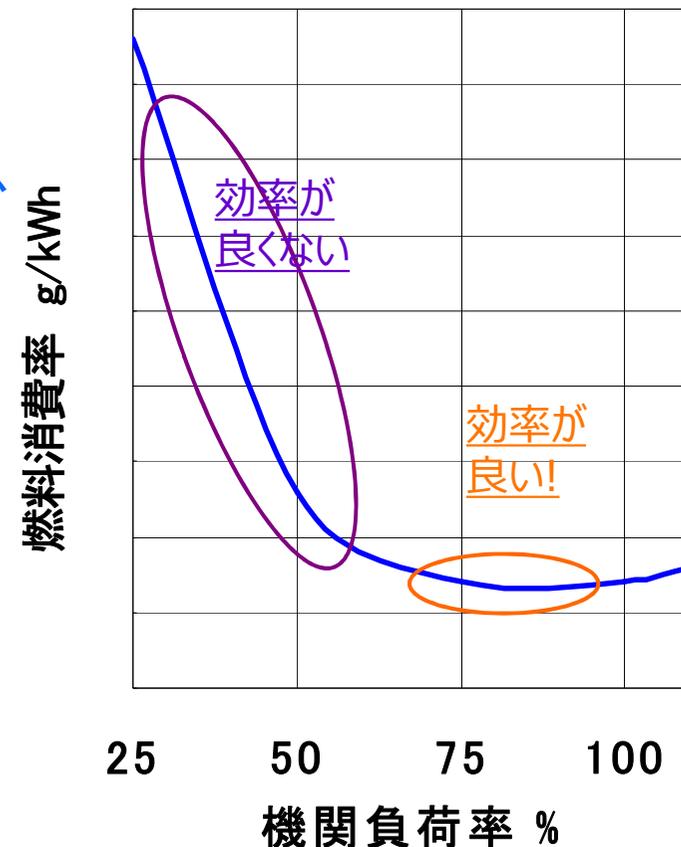


2. 現状の課題と選択肢の拡大

省エネに関して、
航海時・荷役時に限らず適切な発電機台数制御が必要。

弊社システム搭載船では
操舵室で総合電力需要を監視しながら、
1～2ボタン操作で自動並列運転や
自動解列を行えるようにしている。

発電機台数制御について、
操作が簡素化されている。



2. 現状の課題と選択肢の拡大



操舵室操縦盤に、「総負荷電力計」を装備し、現状の電力需要がひと目で分かるようにしている。他に、総負荷率計やLCDモニタグラフィックなどのケースもあり。



発電機開始動および、自動同期投入・解列押釦スイッチ



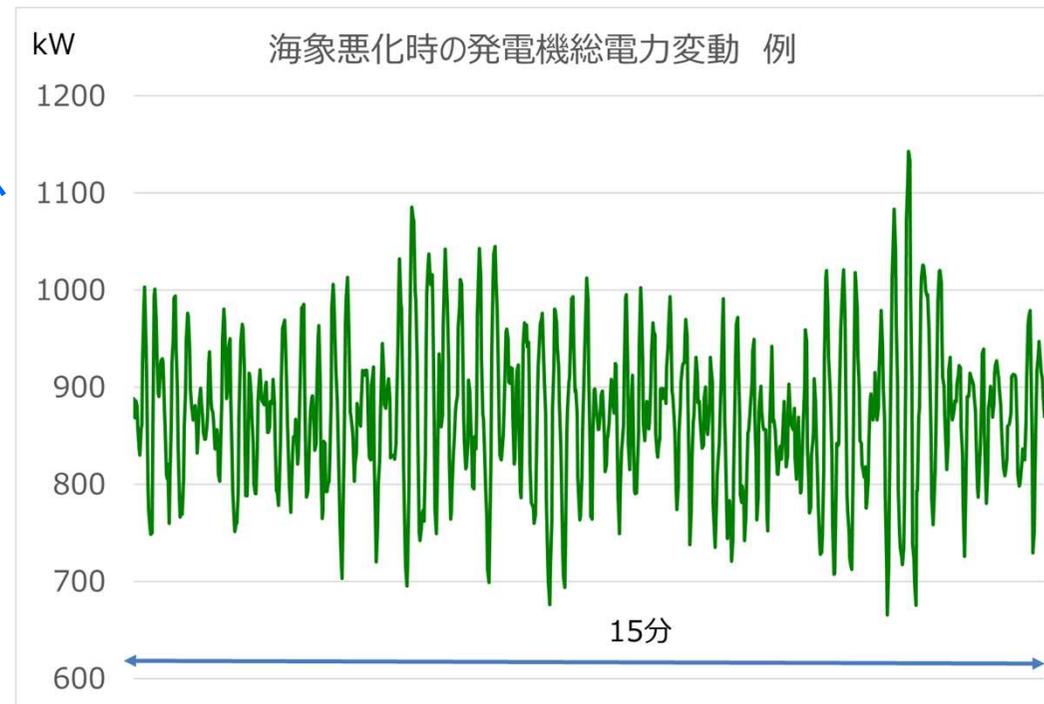
今後の展望



3.今後の展望

1)発電機エンジン+負荷変動吸収用電池

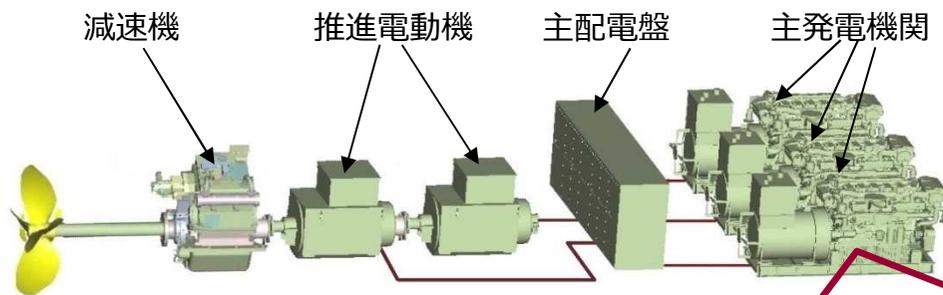
省エネ運航のために、発電機台数制御は重要な要素であるが、
気象・海象条件によっては、
シーマージンの増加・
プロペラからの負荷変動により、
発電機運転台数を
増加せざるを得ないケース
がある。



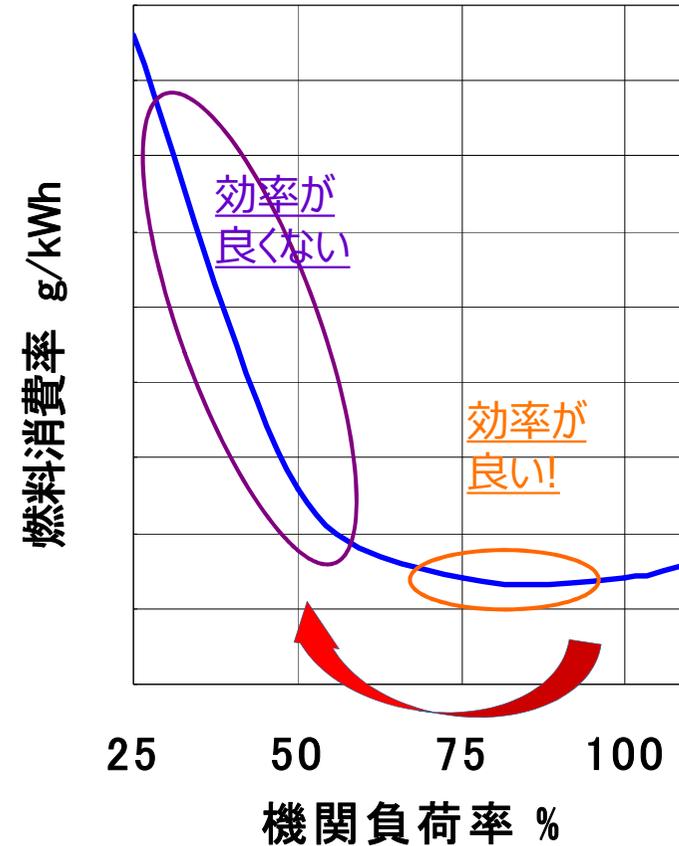
3. 今後の展望

1) 発電機エンジン+ 負荷変動吸収用電池

しかしながら、
発電機運転台数を
増加した場合、
1台あたりの負荷率が下がり、
最適な運転ゾーンとならない。



発電機運転台数の増加により、
各発電機の負荷率が低下する

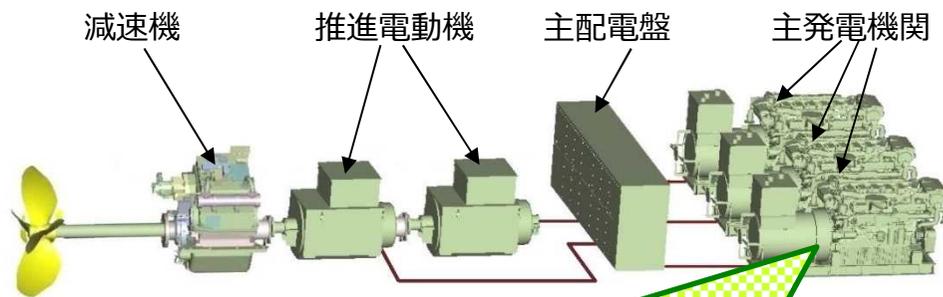


3. 今後の展望

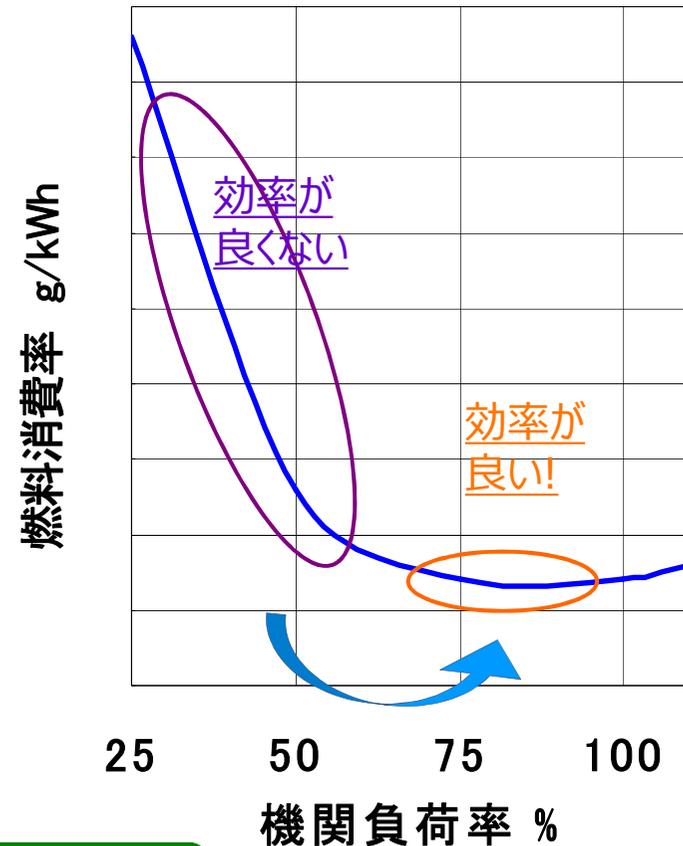
1) 発電機エンジン+ 負荷変動吸収用電池

負荷変動吸収用電池の搭載

負荷変動分は電池に任せ、
発電機エンジンは
常に高効率領域で運転。

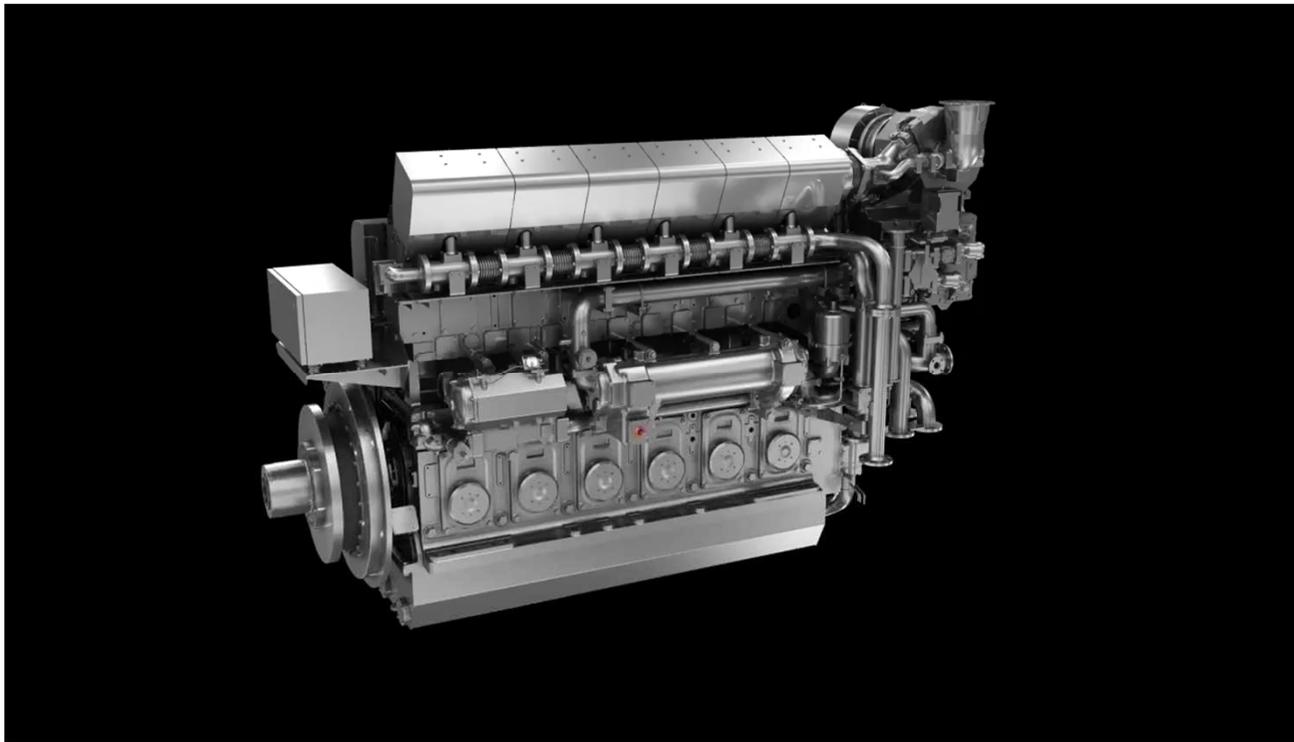


エンジン1台を電池へ置き換え



3.今後の展望

2)DF(Dual Fuel)エンジン または ガス専焼エンジン の採用
モーダルシフトの受け皿である内航海運自体も環境負荷低減の
推進は不可欠である。



6EY26DF

燃料：
A重油、天然ガス

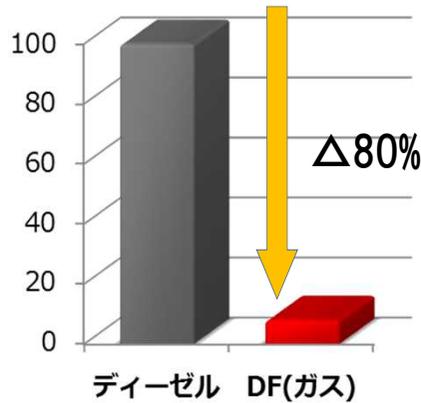


3.今後の展望

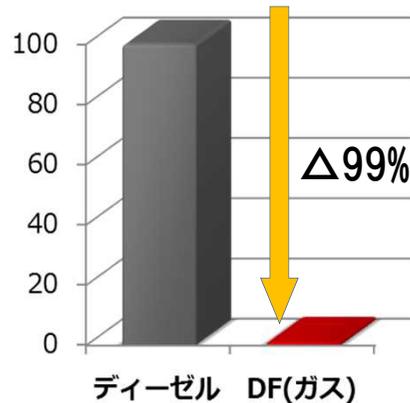
2)DF(Dual Fuel)エンジン または ガス専焼エンジンの採用

排気エミッション Emission

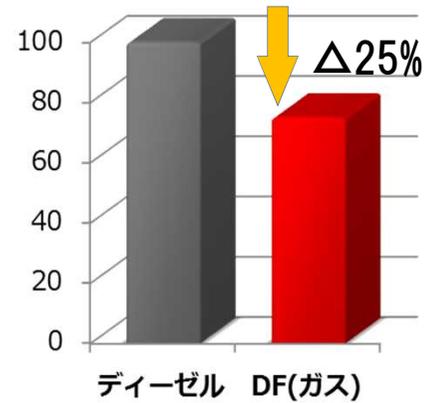
NOx



SOx - PM



CO₂



(ディーゼルを100とする) 100=Diesel



3.今後の展望

3)水冷式推進電動機およびインバータ盤の採用

水冷式推進電動機(ウォータージャケット式)



出展：ABBホームページ

Output power	90 to 1200 kW
Frame size	IEC 280 to 450
Number of poles	2 to 8
Voltages	All commonly used voltages
Frequency	50 or 60 Hz
Protection	IP 55, IP 56
Cooling	IC71W
A high efficiency motor	fulfills IE2 requirements



New water-cooled marine motor in frame size 500

ABB's new frame size 500 low-voltage marine motor for top-of-line vessels is robust, compact, economical and simple in design.



3.今後の展望

3)水冷式推進電動機およびインバータ盤の採用

水冷式推進電動機(ウォータージャケット式)



出展：ABBホームページ

推進電動機本体として、
間接冷却式(空気冷却器付)と異なり、

- ・空気冷却器：不要
- ・可変速制御される場合の
冷却空気用ファン：不要

となる。



3.今後の展望

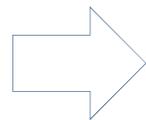
3)水冷式推進電動機およびインバータ盤の採用

水冷式推進電動機(ウォータジャケット式)

水冷式インバータ盤

コストに関して、イニシャルコスト(建造コスト)以外に、メンテナンスコスト(ランニングコスト)も考慮する必要があり、現在のところ、未知数ではあるが・・・。

コンパクトな機器の選定
→カーゴスペースの増大



輸送効率向上による
総合的な省エネへ



